بررسی خواص مکانیکی چهار نوع اسپاگتی تحت آزمون برش وارنر–براتزلر

عادل توسلی[۱*]، ابراهیم احمدی[۲]، حامد حیدری مقتدر[۱]

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک ماشینهای کشاورزی، گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا همدان، adel_tavassoli@yahoo.com

۲- استادیار گروه مهندسی بیوسیستم، دانشگاه بوعلی سینا همدان

چکیده

در حال حاضر ماکارونی و محصولات خمیری (پاستا) به‌عنوان یکی از مقبول‌ترین غذاها در دنیا مصرف می‌شوند و جایگاه این محصول در سبد غذایی خانواده‌های ایرانی نیز به‌تدریج در حال تثبیت می‌باشد. بررسی خواص کیفی و رئولوژیکی اسپاگتی می تواند در تعیین شاخص کنترل کیفی در خط تولید کارخانه و همچنین به‌عنوان یک معیار تجربی ازمنظر مشتری‌پسندی به‌حساب آید. تست برشی وارنر–براتزلر یکی از آزمون‌های تست مواد غذایی برای مواد پخته شده است که اطلاعاتی درباره‌ی رفتار برشی و بافت محصول به ما می‌دهد. هدف از این پژوهش بررسی خواص برشی چهار نوع اسپاگتی معمول در بازار ایران می‌باشد (۱–اسپاگتی ساده ۲–اسپاگتی غنی شده با ویتامین‌های گروه ب ۳–اسپاگتی سبوس‌دار ۴–اسپاگتی فیبردار). اسپاگتی‌ها تحت شرایط استاندارد مورد آزمون قرار گرفتند و تست برشی در زمان‌های پخت ۶ تا ۱۸ دقیقه با فواصل دو دقیقه‌ای صورت پذیرفت. نتایج نشان داد که با افزایش زمان پخت، نیروی برشی وارنر–براتزلر، مقاومت برشی و مدول برشی کاهش یافت و اسپاگتی سبوس‌دار در تمامی خصوصیات مورد بررسی، بیشترین مقدار را داشته و تفاوت معنی‌داری با سه نوع دیگر مشاهده شد که نشان دهنده‌ی انرژی مورد نیاز بالاتر برای برش آن است. همچنین اسپاگتی فیبردار دارای کمترین میزان نیروی برشی بود که بیانگر خواص جویدنی بهتر این تیمار می‌باشد.

واژگان کلیدی: اسپاگتی، برش وارنر–براتزلر، پختن، مدول برشی

مقدمه

غلات از اولین محصولات کشاورزی است که انسان به‌عنوان غذا مورد استفاده قرار داده (جعفری، ۱۳۷۷) و در این میان گندم، یکی از غلات مهم و پرمصرف در سراسر جهان می‌باشد که به دلیل خواص تغذیه‌ای و تکنولوژیکی منحصر به خود، مورد توجه بیشتر مردم دنیا قرار گرفته است (Dexter, 1978). از جمله فرآورده‌های پرمصرفی که از گندم تهیه می‌شود ماکارونی می‌باشد. ماکارونی یک واژه عمومی است که طیف وسیعی از محصولات خمیری را در بر می‌گیرد ولی به طور کلی به گروهی از مواد غذایی اطلاق می‌شود که در نتیجه اختلاط سمولینا (آرد گندم دوروم) یا آرد گندم سخت یا نرم یا مخلوطی از دو یا چند گروه از این مواد به همراه آب با یک یا چند ترکیب مجاز و سپس خشک کردن خمیر حاصل، به دست می‌آید (Pomeranz, 1984). تولید اولیه ماکارونی را به چینی‌ها نسبت داده‌اند. بر طبق مدارک موجود مصریان و چینی‌ها در ۶۰۰۰ سال قبل از محصولات خمیری (پاستا) استفاده می‌کردند. به عقیده برخی از مورخین، این محصول در سال ۱۲۹۲ میلادی توسط مارکوپولو از چین به ایتالیا و از آنجا به سایر کشورها انتقال یافته است (Payan, 1998).

آزمون‌های رئولوژی و مکانیکی برای تعیین خواص کیفی محصولات غذایی اهمیت به‌سزایی دارد و با بهره‌گیری از این آزمون‌ها می‌تواند به خواصی نظیر تردی، زمان تنش‌آسایی، مقاوت به‌کشش، فشار، برش و خواص دیگر، دست یافت و با آن‌ها، کیفیت محصول تولیدی را مورد مطالعه قرار داد. از این‌رو بررسی خواص کیفی و رئولوژیکی اسپاگتی (پاستای از قالب درآمده به‌صورت رشته‌های بلند استوانه‌ای با قطر بین ۱تا۲ میلی‌متر (Guinea,2004)) می‌تواند در تعیین شاخص کنترل کیفی در خط تولید کارخانه و همچنین به‌عنوان یک معیار تجربی ازمنظر مشتری‌پسندی به‌حساب آید و علاوه بر این اطلاعات مفیدی برای طراحی بسته بندی مناسب و عملیات حمل و نقل در اختیار قرار دهد.

تست برشی وارنر–براتزلر یکی از آزمون‌های تست مواد غذایی برای گوشت و همچنین مواد پخته شده است که اطلاعاتی درباره ی رفتار برشی و بافت محصول به ما می‌دهد. تلاش‌های زیادی به منظور توسعه‌ی یک وسیله‌ی دقیق جهت اندازه‌گیری نرمی گوشت صورت پذیرفته است (Culioli, ; Bouton and Harris, 1972 ; Szczesniak and Torgeson, 1965 ; Pearson, 1963 1995). با این حال، نیروی برشی وارنر–براتزلر (Warner, 1928,1952 ; Bratzler, 1932, 1949, 1954) به عنوان روش اندازه‌گیری مشهور (Culioli, 1995) و دقیقی (Szczesniak and Torgeson, 1965) برای تعیین نرمی گوشت، باقی مانده است.

تست برش وارنر–براتزلر در سال ۱۹۳۲ میلادی توسط براتزلر برای پایان نامه‌ی کارشناسی ارشدش در دانشگاه ایالت کانزاس آمریکا توسعه پیدا کرد و از سال ۱۹۵۰ تاکنون مورد استفاده قرار می‌گیرد. رفتار برشی استخراج شده از این تست اطلاعات مفیدی درباره‌ی نرمی و سفتی گوشت، فرآورده‌های آن و مواد پخته شده به ما می‌دهد. تاکنون تحقیقات بسیار زیادی برای اندازه‌گیری نیروی برشی انواع گوشت توسط محققان صورت پذیرفته است.

کاتر این آزمون، تیزی دندان انسان را در حین گاز زدن شبیه‌سازی می‌کند. به خاطر قابلیت تکرار پذیری خوب نتایج، این تست معمولا به عنوان استاندارد پذیرفته شده و به صورت گسترده استفاده می‌شود.

موارد استفاده از این تست به شرح زیر است :

* شبیه سازی قابل مقایسه‌ی مشخصات جویدن (دندان نیش) بر روی ماهی، گوشت و محصولات پخته شده

* تعیین سفتی و نرمی گوشت و ماهی و فرآورده‌های آن‌ها

* تعیین رفتار برشی محصولات پخته شده

تاکنون کاربرد فراوانی از این تست برای محصولات پخته شده به غیر از گوشت؛ خصوصا پاستا، در ایران صورت نپذیرفته است.

هدف از این پژوهش بررسی خواص برشی چهار نوع اسپاگتی متداول در بازار ایران از طریق آزمون برش وارنر–براتزلر می‌باشد.

مواد و روش‌ها

تهیه‌ی نمونه‌ها و آماده سازی

آزمون خواص کیفی روی چهار نوع اسپاگتی ساده، اسپاگتی غنی شده با ویتامین‌های گروه ب، اسپاگتی سبوس‌دار، و اسپاگتی فیبردار (فراسودمند) ساخت شرکت تک ماکارون که به صورت آماده از بازار تهیه شده بود، صورت گرفت. قطر میانگین اسپاگتی‌ها به ترتیب ۱/۴۱، ۱/۴۳، ۱/۶۰ و ۱/۳۹ اندازه‌گیری شد. آماده‌سازی نمونه‌ها و شرایط آزمون مطابق با روش‌های استاندارد، صورت گرفت. لازم به‌ذکر است که تمامی نمونه‌ها به منظور همگن و یکنواخت بودن شرایط، جلوگیری از خشک شدن اسپاگتی‌ها در دمای آزمایشگاه و انجام دقیق آزمون‌ها با حداقل خطا، از یک بسته تهیه شده، تحت رطوبت نسبی ٪۱±۳۰ و دمای آزمایشگاه ۲۵±۲°C و پس از دو ماه از زمان تولید، آزمون شدند. محتوای رطوبتی تیمارهای خام به وسیله‌ی قرار دادن ۲ گرم از هر نمونه در آون به مدت زمان ۲ ساعت و در دمای ۱۰۵ درجه ی سانتی گراد محاسبه شد (AOAC,1995).

فهرست علائم

اسپاگتی ساده	S	مقاومت برشی (KPa)	T
اسپاگتی غنی شده	E	مدول برشی (KPa)	G
اسپاگتی سبوس‌دار	B	مساحت سطح (mm^2)	A
اسپاگتی فیبردار	F	کرنش برشی	γ
نیروی ماکزیمم برشی (N)	F_B		

تمامی ترکیبات شیمیایی و خصوصیات اسپاگتی‌ها از کارخانه‌ی تک ماکارون استخراج گردید که در جدول ۱ آمده است

جدول ۱. درصد خصوصیات تیمارها

تیمار	نشاسته	گلوتن	رطوبت	چربی	خاکستر	فیبر
S	۷۸/۵	۱۱/۵–۱۲	۱۰/۵–۱۱/۵	۰/۹	۰/۷	۱
E	۷۴	۱۲/۵–۱۳/۵	۱۱/۵–۱۲/۵	۱/۴	۰/۹	۱
B	۷۴	۱۱/۵–۱۲/۵	۱۰/۵–۱۱/۵	۱/۴	۱/۶	۱/۵–۲
F	۷۲/۲	۱۱–۱۲	۱۰/۵–۱۱/۵	۱	۱	۳

روش پخت

فرآیند پخت برای ۱۰ گرم نمونه ی اسپاگتی در ۲۵۰ میلی لیتر آب تقطیر شده انجام گرفت (Dexter *et al*., 1983).

تست پخت در پنج تکرار انجام شد و دمای آب و جوشش آن برای کل زمان پخت یکسان بود. خصوصیات پخت نمونه‌ها از ۶ تا ۱۸ دقیقه با فواصل زمانی دو دقیقه‌ای مورد بررسی قرار گرفت. پس از پخت، نمونه‌ها توسط قرار گرفتن در آب سرد، برای مدت ۱۰ ثانیه خنک شدند و آب اضافی توسط مالش در بین حوله‌ی کاغذی گرفته شد. نمونه‌ها بلافاصله برای آزمون استفاده شدند.

تست برشی

کلیه‌ی آزمایشات، در آزمایشگاه خواص مکانیکی و رئولوژی گروه مهندسی بیوسیستم دانشگاه بوعلی سینای همدان صورت گرفت. تست برش وارنر–براتزلر توسط دستگاه تست مواد Zwick/Roell مدل BT1_FR0.5TH.D14 با لودسل ۵۰۰ نیوتونی ساخت کشور آلمان انجام شد.

شکل ۱. دستگاه تست مواد

برای انجام تست، تعداد ۵ رشته اسپاگتی پخته شده در کنار هم قرار گرفته و پیش نیرو به میزان ۰/۵ نیوتون تعریف گردید. سرعت انجام تست ۲۰ میلی متر بر دقیقه بود. پارامترهای نیروی برشی بیشینه، مقاومت برشی و مدول برشی برای اسپاگتی‌ها توسط این آزمون، اندازه‌گیری شد. نیروی برشی بیشینه توسط لودسل دستگاه، هنگام برش نمونه‌ها ثبت گردید.

مقاومت برشی یا همان تنش برشی با تقسیم نیروی برشی بیشینه بر سطح مقطع تحت برش، توسط فرمول زیر بدست آمد.

$$T = \frac{F_B}{A} \qquad (۱)$$

مدول برشی توسط مدول تانژانت اولیه که شیب خط مماس در لحظه‌ی شروع نمودار تنش برشی برحسب کرنش برشی است، برای نمونه‌ها حساب گردید و صحت آن توسط فرمول زیر بررسی شد.

$$G = \frac{T}{\gamma} \qquad (۲)$$

تجزیه و تحلیل آماری

آنالیز داده‌ها با استفاده از طرح فاکتوریل در قالب طرح کاملا تصادفی با پنج تکرار و مقایسه‌ی میانگین داده‌ها توسط آزمون مقایسه‌ی میانگین چند دامنه‌ای دانکن $p<0.05$ با نرم افزار SPSS19 انجام شد. نرمال بودن داده‌ها قبل از تحلیل آماری آنالیز واریانس، با $p>0.05$ چک گردید.

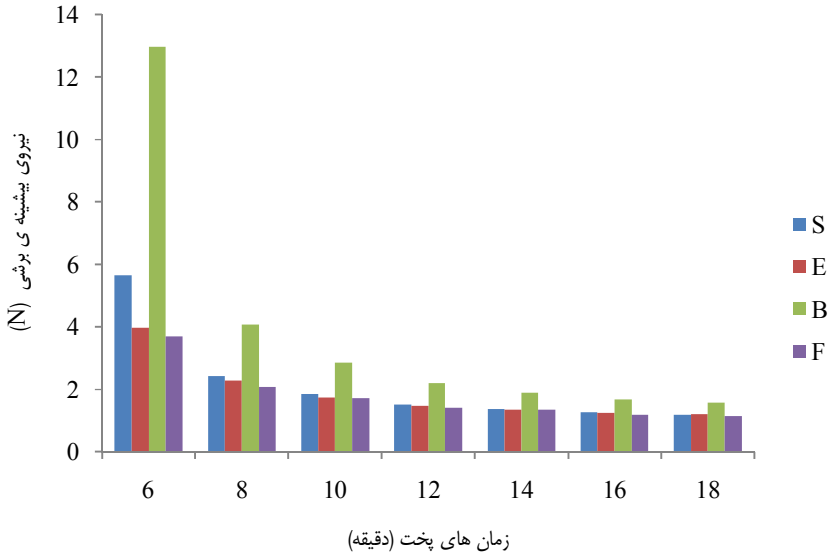
نتایج و بحث

یکی از آزمون‌های تست مواد غذایی، آزمون برشی وارنر–براتزلر می‌باشد. این آزمون برای تعیین رفتار برشی اسپاگتی در سه حالت کم پخت، بهینه پخت و بیش پخت، استفاده شد و پارامترهای نیروی برشی بیشینه، مقاومت برشی و مدول برشی مورد تحلیل قرار گرفت. زمان بهینه‌ی پخت برای ۴ نمونه اسپاگتی با توجه به داده‌های کارخانه ۱۲–۱۰ دقیقه بود و خارج از این محدوده بیانگر دو حالت دیگر در نظر گرفته شد.

نیروی بیشینه برشی (F_B)

نتایج آزمایش نشان داد که اثر متقابل نوع اسپاگتی و زمان‌های پخت در سطح بالای $p<0.001$ معنی‌دار بود. از نظر نوع تیمارها، بیشترین میزان نیروی برشی مربوط به اسپاگتی سبوس‌دار بود که با سه نوع دیگر تفاوت معناداری داشت که نشان دهنده‌ی الاستیک قوی‌تر این نمونه است، در حالی که کمترین نیرو متعلق به اسپاگتی فیبردار بود که با اسپاگتی غنی شده تفاوت معنی‌داری نداشت. علت نیروی برش کمتر برای اسپاگتی فیبردار، وجود فیبر است؛ زیرا این ترکیب باعث افزایش جذب آب شده و به دنبال آن، نرمی افزایش می‌یابد. با بررسی اثر زمان پخت، مشاهده شد که با افزایش زمان پخت، نیروی لازم برای برش هر چهار نمونه اسپاگتی کاهش یافت و بیشترین نیرو مربوط به زمان ۶ دقیقه بود که با زمان‌های دیگر پخت تفاوت معنی‌داری داشت. این موضوع به این علت است که با افزایش زمان پخت، بافت اسپاگتی ژله‌ای و نرم شده و نیروی لازم برای برش آن کاهش می‌یابد.

با آنالیز اثر متقابل هر دو فاکتور نوع و زمان، مشاهده شد که اسپاگتی سبوس‌دار در زمان پخت ۶ دقیقه دارای بیشترین نیروی برشی و اسپاگتی فیبردار در زمان پخت ۱۸ دقیقه دارای کمینه نیروی برش بود. همانطور که مشاهده می‌شود، اسپاگتی فیبردار دارای کمترین نیروی برشی در زمان پخت بهینه‌ی ۱۲–۱۰ دقیقه می‌باشد که بیانگر خواص جویدنی بهتر این نمونه از نظر مشتری‌پسندی است.

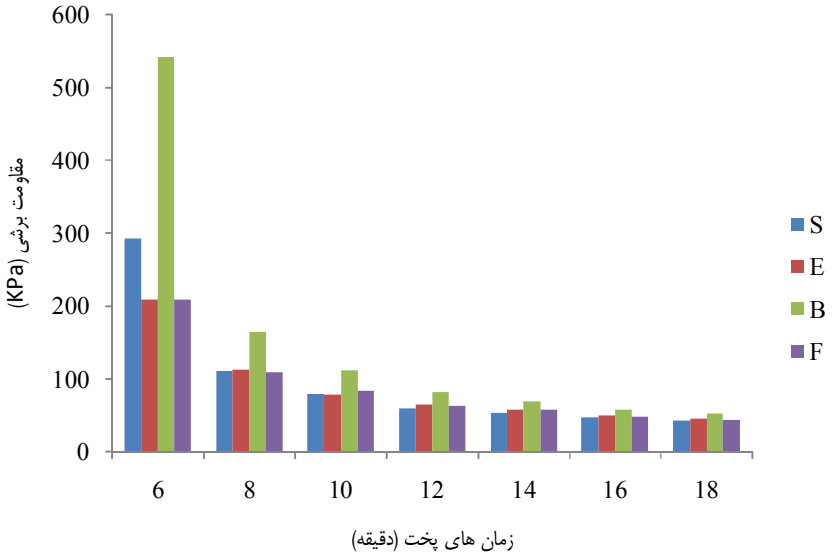


شکل ۲. تغییرات نیروی برشی بر حسب زمان‌های پخت برای تیمارها

علت اختلاف بسیار زیاد نیروی برشی برای اسپاگتی سبوس‌دار در زمان پخت ۶ دقیقه، قطر بیشتر این اسپاگتی در مقایسه با سه نوع دیگر است که به علت عدم پخت کامل در این زمان، بافت اسپاگتی هنوز به طور کامل نرم نشده بود. با افزایش زمان پخت، بافت به تدریج به طور کامل پخته شده و نیرو کاهش می‌یابد.

مقاومت برشی (T)

نتایج آزمایش نشان داد که اثر متقابل نوع و زمان در سطح بالای $p<0.001$ معنی‌دار بود. با افزایش زمان پخت، میزان تنش برشی نیز کاهش پیدا می‌کند که دلیل آن کاهش نیروی برشی می‌باشد. با اینکه با افزایش زمان پخت، حجم اسپاگتی و به تبع آن سطح مقطع تحت برش نیز افزایش می‌یابد ولی این افزایش نمی‌تواند بر کاهش نیروی برش غلبه کند و در نتیجه شاهد کاهش تنش برشی خواهیم بود. همانند نیروی برشی بیشینه، بیشترین میزان مقاومت برشی مربوط به اسپاگتی سبوس‌دار بود که با سه نوع دیگر تفاوت معناداری داشت، در حالی که کمترین نیرو متعلق به اسپاگتی فیبردار بود که با اسپاگتی غنی شده تفاوت معنی‌داری نداشت. با آنالیز اثر متقابل هر دو فاکتور نوع و زمان، مشاهده شد که اسپاگتی سبوس‌دار در زمان پخت ۶ دقیقه دارای بیشترین مقاومت برشی و اسپاگتی ساده در زمان پخت ۱۸ دقیقه دارای کمترین مقاومت برشی بود.

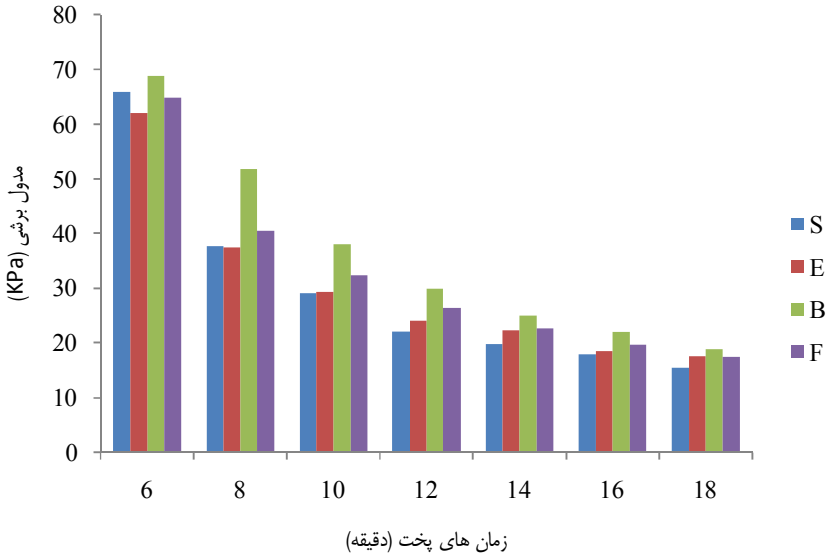


شکل ۳. تغییرات مقاومت برشی بر حسب زمان‌های پخت برای تیمارها

دلیلی مشابه آنچه در نیروی برشی گفته شد، برای توجیه اختلاف زیاد مقاومت برشی اسپاگتی سبوس‌دار در زمان پخت ۶ دقیقه وجود دارد.

مدول برشی (γ)

نتایج آزمایش نشان داد که اثر متقابل نوع و زمان در سطح بالای $p<0.001$ معنی‌دار است. بیشترین میزان مدول برشی مربوط به اسپاگتی سبوس‌دار بود که با سه نوع دیگر تفاوت معناداری داشت در حالی که کمترین مدول برش متعلق به اسپاگتی ساده بود که با اسپاگتی غنی شده تفاوت معنی‌داری نداشت. با بررسی نتیجه‌ی بدست آمده می‌توان گفت که اسپاگتی سبوس‌دار مقاومت بیشتری نسبت به برش از خود نشان داده و در نتیجه انرژی لازم برای بریدن آن، بالاتر می‌باشد. همچنین می‌توان استنباط کرد که دوام این تیمار در مقابل پختن و حرارت نسبت به انواع دیگر بالاتر است. با آنالیز اثر متقابل هر دو فاکتور نوع و زمان، مشاهده شد که اسپاگتی سبوس‌دار در زمان پخت ۶ دقیقه دارای بیشترین مدول برشی و اسپاگتی ساده در زمان پخت ۱۸ دقیقه دارای کمترین مدول برش بود.



شکل ٤. تغییرات مدول برشی بر حسب زمان‌های پخت برای تیمارها

جدول ۲. مقایسه میانگین اثر نوع اسپاگتی بر پارامترهای استخراج شده از تست برش وارنر–براتزلر

تیمار	F_B	T	γ
B	۳/۸۸^{a}	۱۵۳/۶۸^{a}	۳۶/۳۴^{a}
S	۲/۱۷^{b}	۹۷/۵۳^{b}	۲۹/۶۶^{c}
E	۱/۸۸^{c}	۸۸/۱۰^{c}	۳۰/۱۲^{c}
F	۱/۷۹^{c}	۸۷/۲۳^{c}	۳۱/۹۸^{b}

حروف متفاوت در هر ستون نشانه‌ی اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۹۵٪ می‌باشد.

جدول ۳. مقایسه میانگین اثر نوع اسپاگتی و زمان پخت بر پارامترهای استخراج شده از تست برش وارنر–براتزلر

تیمار	F_B	T	γ
B ۶min	۱۲/۹۷^{a}	۵۴۲/۲۰^{a}	۶۸/۷۹^{a}
S ۶min	۵/۶۵^{b}	۲۹۲/۶۷^{b}	۶۵/۸۸^{b}
B ۸min	۴/۰۷^{c}	۱۶۳/۸۵^{d}	۵۱/۷۸^{d}
E ۶min	۳/۹۷^{c}	۲۰۸/۶۷^{c}	۶۲/۰۲^{c}
F ۶min	۳/۶۸^{c}	۲۰۹/۱۲^{c}	۶۴/۸۸^{b}
B ۱۰min	۲/۸۳^{d}	۱۱۰/۹۸^{e}	۳۸/۰۸^{e}
S ۸min	۲/۴۲^{e}	۱۱۰/۶۶^{e}	۳۷/۷۱^{e}
E ۸min	۲/۲۷^{ef}	۱۱۲/۷۷^{e}	۳۷/۴۳^{e}
B ۱۲min	۲/۱۸^{ef}	۸۱/۳۷^{f}	۲۹/۹۴^{fg}
F ۸min	۲/۰۷$^{e-g}$	۱۰۸/۴۵^{e}	۴۰/۴۶^{e}
B ۱۴min	۱/۸۸$^{f-h}$	۶۸/۰۸$^{f-i}$	۲۵^{ij}
S ۱۰min	۱/۸۴$^{f-i}$	۷۸/۷۹^{fg}	۲۹/۰۱^{gh}
E ۱۰min	۱/۷۳$^{g-j}$	۷۸/۴۲$^{f-h}$	۲۹/۲۸^{gh}
F ۱۰min	۱/۷۱$^{g-j}$	۸۳/۱۴^{f}	۳۲/۳۵^{f}
B ۱۶min	۱/۶۷$^{g-k}$	۵۷/۶۸$^{h-k}$	۲۱/۹۲$^{j-l}$
B ۱۸min	۱/۵۵$^{h-l}$	۵۱/۶۱$^{i-k}$	۱۸/۸۶^{lm}
S ۱۲min	۱/۵۰$^{h-l}$	۵۹/۵۲$^{g-k}$	۲۲/۰۲^{jk}
E ۱۲min	۱/۴۶$^{h-l}$	۶۴/۵۸$^{f-j}$	۲۳/۹۷^{ij}
F ۱۲min	۱/۴۰$^{i-l}$	۶۲/۱۴$^{f-k}$	۲۶/۴۲^{hi}
S ۱۴min	۱/۳۷$^{j-l}$	۵۲/۵۶$^{i-k}$	۱۹/۷۷$^{k-m}$
F ۱۴min	۱/۳۳۴$^{j-l}$	۵۶/۴۲$^{i-k}$	۲۲/۷۰^{jk}
E ۱۴min	۱/۳۳۲$^{j-l}$	۵۷/۲۰$^{i-k}$	۲۲/۲۱^{jk}
S ۱۶min	۱/۲۴^{kl}	۴۶/۶۵$^{i-k}$	۱۷/۸۵^{mn}
E ۱۶min	۱/۲۳^{kl}	۴۹/۳۸$^{i-k}$	۱۸/۴۶^{mn}
E ۱۸min	۱/۱۸^{l}	۴۵/۶۶^{jk}	۱۷/۴۸^{mn}
F ۱۶min	۱/۱۷۶^{l}	۴۷/۸۹$^{i-k}$	۱۹/۶۶$^{k-m}$
S ۱۸min	۱/۱۷۱^{l}	۴۱/۸۵^{k}	۱۵/۴۰^{n}
F ۱۸min	۱/۱۴^{l}	۴۳/۴۲^{jk}	۱۷/۴۰^{mn}

حروف متفاوت در هر ستون نشانه‌ی اختلاف معنی‌دار بین تیمارها در سطح ۹۵٪ می‌باشد.

نتیجه گیری

بررسی نتایج بدست آمده نشان داد که اسپاگتی سبوس‌دار در تمامی خصوصیات مورد بررسی مانند نیروی برشی وارنر–براتزلر، مقاومت برشی و مدول برشی، دارای بیشترین مقدار بوده و تفاوت معنی‌داری با سه نوع دیگر داشت. این موضوع نشان دهنده‌ی الاستیک قوی‌تر، مقاومت برشی بیشتر، نیاز به انرژی بیشتر برای جویدن و دوام بالاتر نسبت به پخت و حرارت این تیمار می‌باشد.

از طرف دیگر اسپاگتی فیبردار در دو خصوصیت نیروی برشی و مقاومت برشی دارای کمترین مقادیر بود که از نظر آماری با اسپاگتی غنی شده دارای تفاوت معنی‌داری نبود. اسپاگتی فیبردار دارای کمترین میزان نیروی برش بود که از این نتیجه می‌توان استنباط کرد که خواص جویدنی بهتری نسبت به سه نوع دیگر دارا می‌باشد. اسپاگتی ساده دارای کمترین مدول برشی بود که با اسپاگتی غنی شده تفاوت معنی‌داری را نشان نداد.

با بررسی اثر زمان پختن، مشاهده شد که با افزایش زمان پخت، نیروی لازم برای برش، مقاومت برشی و مدول برشی هر چهار نمونه اسپاگتی کاهش یافت و بیشترین نیرو مربوط به زمان ۶ دقیقه بود که با زمان‌های دیگر پخت تفاوت معنی‌داری داشت.

منابع

۱- جعفری، م . م. ۱۳۷۷. ماکارونی و فرآورده‌های مشابه. انتشارات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی شیراز.

2- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1995. Official Methods of Analysis of AOAC International, 16th Ed., AOAC International, Washington, DC.

3- Bouton, P. E., and P. V. Harris. 1972. A comparison of some objective methods used to assess meat tenderness. Journal of Food Science. 37:218-221.

4- Bratzler, L. J. 1932. Measuring the tenderness of meat by means of a mechanical shear. M. Sc Thesis. Kansas State University, Manhattan.

5- Bratzler, L. J. 1949. Determining the tenderness of meat by use of the Warner-Bratzler method. Proceedings of the Reciprocal Meat Conference. 2:117-121.

6- Bratzler, L. J. 1954. Using the Warner-Bratzler Shear. Proceedings of the Reciprocal Meat Conference. 7:154-160.

7- Culioli, J. 1995. Meat tenderness: Mechanical assessment. In: A.Ouali, D. I. DeMeyer, and F.J.M. Smulders (Ed.) Expression of Tissue Proteinases and Regulation of Protein Degradation as Related to Meat Quality. pp 239-263. ECCEAMST, Utrecht, The Netherlands.

8- Dexter, J. E. 1978. Scanning electromicroscopy of cooked spaghetti. Cereal Chemistry, 55(1), 23-30.

9- Dexter, J.E., Matsuo, R.R. and Morgan, B.C. 1983. Spaghetti stickiness: some factors influencing stickiness and relationship to other cooking quality characteristics. Journal of Food Science, 48, 1545-1551, 1559.

10- Guinea, G.V., Rojo, F.J., Elices, M. 2004. Brittle failure of dry spaghetti. Engineering Failure Analysis 11: 705–714.

11- Payan, R. 1998. Introduction to technology of cereal products. Nourpardazan press, Tehran.

12- Pearson, A. M. 1963. Objective and subjective measurements for meat tenderness. Proceedings Meat Tenderness Symposium., Campbell Soup Company. 135-160.

13- Pomeranz, Y. 1984. Advance in Cereal Science and Technology. American Association of Cereal Chemists.

14- Szczesniak, A. S., and K. W. Torgeson. 1965. Methods of meat texture measurement viewed from the background of factors affecting tenderness. Advances in Food Research. 14:33-165.

15- Warner, K. F. 1928. Progress report of the mechanical tenderness of meat. Proceedings of American Society of Animal Production. 21:114.

16- Warner, K. F. 1952. Adventures in testing meat for tenderness. Proceedings of the Reciprocal Meat Conference. 5:156-160.

Study of mechanical properties of four spaghetti types with Warner-Bratzler test

Adel Tavassoli[1*], Ebrahim Ahmadi[2], Hamed Heidary Moghtader[1]

1- MSc. Student of Mechanics of Agricultural Machinery Engineering, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University of Hamedan, adel_tavassoli@yahoo.com

2- Assistant Professor, Department of Biosystems Engineering, Bu-Ali Sina University of Hamedan

Abstract

Nowadays pasta is as one of the widely accepted foods that consumed all over the world. In Iran, it improves its position in family food baskets gradually. Study of the quality and rheological properties of spaghetti can be used as an index of quality control in factory production line as well as an experimental benchmark in the case of customer friendly. Warner-Bratzler shear test is one of the food testing methods for cooked materials that can give us useful information about shear behavior and texture of a product. The aim of this study was to evaluate the shear properties of four typical spaghetti in Iran (1-Simple Spaghetti, 2-Spaghetti enriched with B vitamins, 3- Bran Spaghetti, 4-Fiber Spaghetti). All treatments were tested under standard conditions and shear test was measured in different cooking times from 6 to 18 minutes with 2 minutes intervals. The results showed that Warner-Bratzler shear force, shear strength and shear modulus decreased with cooking time and bran spaghetti had the highest values in all characteristics and statistically significant compared to other three types, which indicates a higher required energy for its shearing. Fiber spaghetti also had the lowest shear force that reflects the better chewing properties of this treatment.

Keywords: Spaghetti, Warner-Bratzler Shear, Cooking, Shear modulus.